

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-153521

(43)Date of publication of application : 10.06.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/60
H01L 21/321
H01L 23/29
H01L 23/31

(21)Application number : 07-312123

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.11.1995

(72)Inventor : TOGASAKI TAKASHI
MORI MIKI
YAMADA HIROSHI
SAITO MASAYUKI

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To protect a bump electrode from being strained by arranging outermost circumferential bump electrodes in specified regions depending on the conditions of semiconductor chip, circuit board, sealing resin, etc., thereby avoiding concentration of shearing deformation of sealing resin to the end part of a semiconductor chip.

SOLUTION: Distance between the center of a bump electrode arranged on the outermost circumference of a semiconductor chip to the end face thereof is determined to satisfy formula I ; $\sinh(\sqrt{A}(X-D/2))/\cosh(\sqrt{A}L) \leq 0.3$, where D is the diameter of bump electrode, L is the distance from the center of semiconductor chip to the end face thereof, A is a variable represented by formula II; $A=(G/hR).(1/E1.h1+1/E2.h2)$. In formula II, G is modulus of rigidity of sealing resin, hR is the thickness of sealing resin, h1, h2 are the thickness of semiconductor element and circuit board, E1, E2 are Young's modulus of semiconductor element and circuit board. Since the shearing strain of sealing resin decreases as approaching the center of semiconductor chip, shearing deformation of bump can be reduced significantly resulting in a semiconductor device having highly reliable bump joint.

$$\frac{\sinh(\sqrt{A} \cdot (X-D/2))}{\cosh(\sqrt{A} \cdot L)} \leq 0.3$$

I

$$A = \frac{G}{h_R} \cdot \left(\frac{1}{E_1 \cdot h_1} + \frac{1}{E_2 \cdot h_2} \right)$$

II

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特開平9-153521

(43) 公開日 平成9年(1997) 6月10日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|---------------|---------|
| H 0 1 L 21/60 | 3 1 1 | | H 0 1 L 21/60 | 3 1 1 S |
| 21/321 | | | 21/92 | 6 0 2 N |
| 23/29 | | | 23/30 | R |
| 23/31 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

| | | | |
|-----------|------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平7-312123 | (71) 出願人 | 000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 |
| (22) 出願日 | 平成7年(1995)11月30日 | (72) 発明者 | 梶 隆 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 森 三樹 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 山田 浩 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内 |
| | | (74) 代理人 | 弁理士 鈴江 武彦 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 半導体素子が回路基板にフリップチップ実装され、信頼性の高い半導体装置を提供する。

【解決手段】 回路配線基板と、この基板上にパンプ電極により実装された半導体素子とを具備し、前記基板と半導体素子との間隙及び半導体素子の周囲に樹脂が配置された半導体装置である。前記パンプ電極は、最外周のパンプ電極の中心から素子端面までの距離 (X) が下記式 1 で表わされる関係を満たすように配置される。

$$\frac{\sinh(\sqrt{A} \cdot (X - D/2))}{\cosh(\sqrt{A} \cdot L)} \leq 0.3 \quad (1)$$

(上記式 (1) 中、D はパンプ電極の直径、L は半導体素子の中心から端面までの距離、A は下記式 (2) で表わされる変数である。)

$$A = \frac{G}{h_g} \cdot \left(\frac{1}{E_1 \cdot h_1} + \frac{1}{E_2 \cdot h_2} \right) \quad (2)$$

(上記式 (2) 中、G は封止樹脂の剪断弾性率であり、 h_g 、 h_1 及び h_2 は夫々封止樹脂、半導体素子及び回路基板の厚さであり、 E_1 及び E_2 は、夫々半導体素子及び回路基板のヤング率である。)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 回路配線基板と、この基板上にパンプ電極により実装された半導体素子とを具備し、前記基板と半導体素子との間隙および半導体素子の周囲に樹脂が配置された半導体装置であって、前記パンプ電極は、最外周のパンプ電極の中心から半導体素子端面までの距離(X)が下記式(1)で表わされる関係を満たすように配置されていることを特徴とする半導体装置。

【数1】

$$\frac{\sinh(\sqrt{A} \cdot (X-D/2))}{\cosh(\sqrt{A} \cdot L)} \leq 0.8 \quad (1)$$

(上記式(1)中、Dはパンプ電極の直径であり、Lは半導体素子中心から半導体素子端面までの距離であり、Aは下記式(2)で表わされる変数である。)

【数2】

$$A = \frac{G}{h_g} \cdot \left(\frac{1}{E_1 \cdot h_1} + \frac{1}{E_2 \cdot h_2} \right) \quad (2)$$

(上記式(2)中、Gは封止樹脂の剪断弾性率であり、 h_g は封止樹脂の厚さであり、 h_1 および h_2 は、それぞれ半導体素子および回路基板の厚さであり、 E_1 および E_2 は、それぞれ半導体素子および回路基板のヤング率である。)

【請求項2】 前記最外周のパンプの中心と、半導体素子端面との距離が、半導体素子の対角距離の1/2以下である請求項1に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置に係り、特にパンプ電極部分の接続信頼性を高くするために、半導体素子と回路配線基板との間隙部分に樹脂を封入したフリップチップ構造の半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体チップを回路基板上に高密度に実装する方法として、半導体チップの能動素子形成面と回路基板とを向かい合わせて、パンプ電極を用いてこれらを接続するフリップチップ実装方式が用いられている。この実装方式は、多数の入出力電極を有する半導体チップに対しても、実装外形を大型化せずに回路基板上に実装可能であるという利点を有している。しかしながら、例えば、“Microelectronic Packaging Handbook(Van Nostrand Reinhold, 1989)”に示されているように、フリップチップ実装においては、半導体チップの熱膨張係数と回路基板の熱膨張係数との差による相対変形によって、パンプ電極の接続部に大きな歪みが生じる。このため、熱膨張係数が半導体チップに比べて大きく異なる基板材料を用いた場合には、接続信頼性が低下してしまう。特に、樹脂基板の熱膨張係数は半導体チップの4倍から6倍程度と大きいので、樹脂基板上にフリップチップ接続を行なう際にパンプ接続部に発生する歪みは著し

く大きくなってしまふ。

【0003】この熱膨張係数の差に起因した歪みの問題を解決するために、例えば、特開昭59-43553には、半導体チップ外周部のボンディングパッドより内側にパンプを配置して、半導体チップ中心からパンプまでの距離を小さくすることによって、パンプ接続部に生ずる歪みを小さくし、信頼性の向上を図ることが記載されている。

【0004】しかしながら、上述の例ではパンプの歪みは、半導体チップ中心からパンプまでの距離に比例するため、パンプの歪みを大幅に減少させるためには、半導体チップのほぼ中央の領域のみにパンプを配置しなければならない。このような配置では、フリップチップ接続の際に半導体チップが傾きやすくなる。しかも、半導体チップ上のパンプを配置可能な領域が、大幅に制限されてしまうため、接続電極数の増加に対応しきれない。特に、樹脂基板を用いた場合の信頼性を確保するためには、半導体チップの中心から0.8mm以内の範囲に全パンプを配置する必要があり、実現が困難であった。

【0005】また、例えば、特開平4-219944には、半導体チップと樹脂基板との間隙に封止樹脂を封入して、半導体チップと樹脂基板とを封止樹脂によって固定することが提案されている。樹脂を配置することによって、半導体チップの熱膨張係数と回路基板の熱膨張係数との差によって生じる変形を緩和することができるものの、パンプ電極の接続信頼性を十分に高めることは困難であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、パンプの歪みは半導体チップ中心からパンプまでの距離に比例するため、半導体チップ外周部のボンディングパッドより内側にパンプを配置した場合には、パンプの歪みを大幅に減少させて、十分な信頼性を得ることが困難であった。また、半導体チップと回路基板との間隙を樹脂で封止することによって熱膨張係数の差を緩和しても、パンプ接続部の信頼性は、十分に高められていないのが現状である。

【0007】そこで、本発明は、半導体チップがフリップチップ実装され、半導体チップと回路基板との間隙に樹脂が配置された構造において、パンプ接続部分の信頼性を向上させた半導体装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、回路配線基板と、この基板上にパンプ電極により実装された半導体素子とを具備し、前記基板と半導体素子との間隙および半導体素子の周囲に樹脂が配置された半導体装置であって、前記パンプ電極は、最外周のパンプ電極の中心から半導体素子端面までの距離(X)が下記式(1)で表わされる関係を満たすように

配置されていることを特徴とする半導体装置を提供する。

【0009】

【数3】

$$\frac{\sinh(\sqrt{A} \cdot (X-D/2))}{\cosh(\sqrt{A} \cdot L)} \leq 0.3 \quad (1)$$

(上記式(1)中、Dはバンプ電極の直径であり、Lは半導体素子中心から半導体素子端面までの距離であり、Aは下記式(2)で表わされる変数である。)

【0010】

【数4】

$$A = \frac{G}{h_R} \cdot \left(\frac{1}{E_1 \cdot h_1} + \frac{1}{E_2 \cdot h_2} \right) \quad (2)$$

(上記式(2)中、Gは封止樹脂の剪断弾性率であり、 h_R は封止樹脂の厚さであり、 h_1 および h_2 は、それぞれ半導体素子および回路基板の厚さであり、 E_1 および E_2 は、それぞれ半導体チップおよび回路基板のヤング率である。)

本発明の半導体装置においては、半導体チップ、回路基板、および封止樹脂等の条件に応じた特定の領域に、最外周のバンプ電極を配置している。したがって、半導体チップ端部における封止樹脂の剪断変形の集中を避けて、バンプ電極への歪みの発生を防止することが可能となった。

【0011】

【発明の実施の態様】本発明者らは、半導体チップと回路基板との間隙およびチップの周囲に配置された樹脂の剪断歪み(γ)を、半導体チップの端面から最外周のバンプの中心までの距離(X)の関数として、下記式

(3)で近似し得ることを見出した。

【0012】

【数5】

$$\gamma = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \Delta T}{h_R \sqrt{A}} \cdot \frac{\sinh(\sqrt{A} \cdot x)}{\cosh(\sqrt{A} \cdot L)} \quad (3)$$

【0013】上記式(3)中、 α_1 および α_2 は、それぞれ半導体チップおよび回路基板の熱膨張係数であり、 ΔT は温度差、 h_R は封止樹脂の厚さ、Lは半導体チップ中心と端面との距離であり、Aは、下記式(2)で表わされる係数である。

【0014】

【数6】

$$A = \frac{G}{h_R} \cdot \left(\frac{1}{E_1 \cdot h_1} + \frac{1}{E_2 \cdot h_2} \right) \quad (2)$$

【0015】上記式(2)中、 h_1 および h_2 は、それぞれ半導体チップおよび回路基板の厚さであり、 E_1 および E_2 は、それぞれ半導体チップおよび回路基板のヤング率であり、Gは封止樹脂の剪断弾性率である。

【0016】すなわち、封止樹脂の剪断歪みは、半導体チップの端部において極大値をとるが、半導体チップの

中心に近づくにしたがって急激に減少することがわかる。本発明者らは、さらに鋭意検討を重ねた結果、半導体チップ中心から最外周バンプ中心までの距離の変化に対する、温度サイクルに起因した半導体チップと基板との剪断変位の関係を得て、図1のグラフに示した。なお、基板は、FR-4製の基板とし、チップの寸法は、4mm□、7mm□および10mm□の3種類とした。図1中、曲線a、bおよびcは、それぞれ4mm□、7mm□および10mm□のチップについての曲線である。

10

【0017】従来、最外周のバンプが形成されていた距離は、半導体チップの端面から100~150μmの距離であり、曲線a、bおよびcのそれぞれについて、 a_1 、 b_1 および c_1 に相当する。この場合、基板と半導体チップとの剪断変位は0.74μmにも及んでいる。

【0018】半導体チップと基板との剪断変位は、0.36μm以下に抑える必要があり、このときの半導体チップ中心から最外周バンプ中心までの距離は、曲線a、bおよびcのそれぞれについて、 a_1 、 b_1 および c_1 である。

20

【0019】半導体チップの中心から端部までの距離をLとすると、チップの寸法が変化しても、チップの端面から最外周バンプ中心までの距離(L- a_1)、(L- b_1)、および(L- c_1)は、いずれも同等の値であることに注目される。すなわち、剪断変位を許容範囲に抑えるための半導体チップの端部から最外周バンプまでの距離の最小値は、チップの寸法によらず、規則性を有していることがわかった。さらに、バンプの直径によって、バンプ外端からチップ端部までの距離も変化することから、このバンプの直径Dを考慮に入れて前述の式

30

(1)を得た。

【0020】すなわち、(L- a_1)、(L- b_1)および(L- c_1)は、それぞれのチップ寸法について、式(1)の関係を満たすXの値である。なお、図1のグラフから、半導体チップの中央部にバンプを配置することによって、半導体チップと基板との剪断変位を著しく抑制されることがわかる。しかしながら、この場合には、バンプを形成可能な面積が低減されることになり、実装後にはチップの傾きが生じるおそれがある。したがって、半導体チップの端部と最外周バンプの中心との距離は、最大でもチップの対角距離の1/2とすることが好ましい。

40

【0021】さらに、基板と半導体チップとの剪断変位を、温度サイクルに起因するバンプの相当歪みに置き換えて、チップの中心から最外周バンプの中心までの距離(L)との関係を図2に示した。

【0022】図2中、曲線d、eおよびfは、それぞれ図1の曲線a、bおよびcに対応しており、4mm□、7mm□および10mm□の寸法の半導体チップについての曲線である。

50

【0023】いずれの曲線も、半導体チップの内側では、パンプの歪みはチップ中心からの距離によらず一定の値を示しているが、半導体チップの端部では歪みの集中が起こって、半導体チップ端部からの距離が小さいほど、この歪みが大きくなっている。なお、パンプの歪みは、主にパンプの上下方向の成分と、剪断方向の成分とから構成されるものである。歪みの上下方向の成分は、パンプの熱膨張係数と封止樹脂の熱膨張係数との差に依存するため、パンプが配置された位置によらず一定の値であるが、剪断方向の成分は、前述の図1に示したように、半導体チップの端部で急激に増加する。

【0024】したがって、パンプの歪みは、剪断方向の成分の影響を受けて、半導体チップの端部で急激に増加している。なお、従来、最外周パンプが配置されていた距離 a_1 、 b_1 および c_1 において、パンプの相当歪みは、いずれも約1.72%である。

【0025】これに対して、 a_1 、 b_1 および c_1 の距離に最外周パンプが配置されている場合には、いずれの寸法のチップについてもこの歪みは1.4%に抑えられている。すなわち、式(1)の関係を満たす距離に最外周パンプを配置することによって、パンプの相当歪みが約20%減少することがわかった。

【0026】さらに、基板をアルミナ基板に換えて、前述と同様にして、半導体チップ中心から最外周パンプ中心までの距離の変化に対する、温度サイクルに起因した半導体チップと基板との剪断変位の関係を得た。前述と同様に4mm□、7mm□および10mm□の3種類の寸法の基板について、得られた結果を図3のグラフに示す。図3中、曲線g、iおよびjは、それぞれ4mm□、7mm□および10mm□のチップについての曲線である。

【0027】従来、最外周のパンプが形成されていた距離は、半導体チップの端面から100~150 μ mの距離であり、曲線g、iおよびjのそれぞれについて、 g_1 、 i_1 および j_1 に相当する。この場合、基板と半導体チップとの剪断変位は約0.52 μ mにも及んでいる。

【0028】樹脂基板の場合と同様に、半導体チップと基板との剪断変位は0.36 μ m以下に抑える必要があり、このときの半導体チップ中心から最外周パンプ中心までの距離は、曲線g、iおよびjのそれぞれについて、 g_1 、 i_1 および j_1 である。

【0029】前述のガラスエポキシ基板の場合と同様に、半導体チップの中心から端部までの距離をLとすると、 $(L-g_1)$ 、 $(L-i_1)$ および $(L-j_1)$ は、それぞれのチップ寸法について、式(1)の関係を満たすXの値となる。

【0030】さらに、基板と半導体チップとの剪断変位を、温度サイクルに起因するパンプの相当歪みに置き換えて、チップの中心から最外周パンプの中心までの距離

との関係を図4に示した。

【0031】図4中、曲線k、mおよびnは、それぞれ図3の曲線g、iおよびjに対応しており、4mm□、7mm□および10mm□の寸法の半導体チップについての曲線である。

【0032】従来、最外周パンプが配置されていた距離 g_1 、 i_1 および j_1 において、パンプの相当歪みは、いずれも約1.5%である。これに対して、 g_1 、 i_1 および j_1 の距離に最外周パンプが配置されている場合には、いずれの寸法のチップについてもこの歪みは1.4%に抑えられている。すなわち、式(1)の関係を満たす距離に最外周パンプを配置することによって、パンプの相当歪みが約7%減少することがわかった。

【0033】このように、本発明においては、最外周のパンプの配置位置を特定の範囲に限定することによって、パンプの相当歪みに及ぼす封止樹脂の剪断変位の影響を抑制している。なお、この最外周のパンプの位置を決定するに当たっては、半導体チップが実装される基板のヤング率が特に大きな影響を及ぼすものであり、例えば、ヤング率が18GPaのガラスエポキシ基板の場合には、半導体チップの端面から最外周パンプの中心までの距離は約0.5mmであり、ヤング率が71GPaのアルミナ基板の場合には約1mmであることが、上述の式および考察からわかった。

【0034】以下、図面を参照して、本発明を詳細に説明する。図5は、本発明の半導体装置の一例を示す断面図である。図5に示すように、本発明の半導体装置10においては、半導体チップ11は、接続電極12上に形成されたパンプ電極15によって、回路基板13の接続電極14に接続されている。さらに、半導体チップ11と回路基板13との間隙18および半導体チップの周囲には、封止樹脂17が配置されている。

【0035】半導体チップ11としては、任意の寸法および厚さのものを使用することができ、この裏面に配置される接続電極12は、例えば、チタンと銅との積層構造、チタンと銅と金との積層構造、またはチタンと銅とパラジウムとの積層構造とすることができる。

【0036】また、パンプ15は、錫と鉛とを任意の組成で含有するはんだパンプとすることができ、錫と鉛との比率は、回路基板の材料等によって適宜選択することができる。また、パンプの直径および高さも、チップの寸法等に応じて適宜選択することができるが、通常、パンプの直径は0.12 μ mであり、その高さは、40~80 μ mである。

【0037】半導体チップ11が実装される回路基板13としては、ガラスエポキシ、アラミドエポキシ、BTレジン・ポリフェニルエーテル等からなる樹脂基板；アルミナ、窒化アルミニウム、サファイア、およびムライト等のセラミック基板；またはガラス基板の任意の基板を使用することができる。この基板上に配置される接続

電極14は、例えば、銅、または銅とニッケルと金を順次積層した構造とすることができる。

【0038】半導体チップ11と回路基板13との間隙およびチップの周囲に配置される封止樹脂17は、間隙寸法等に応じて適宜選択することができ、例えば、ビスフェノール系エポキシ、イミダゾール硬化触媒、酸無水物硬化剤および石英フィラーを配合した樹脂が挙げられる。樹脂は、配合するフィラーの直径および配合量を変化させることによって、その粘度を調節することができる。

【0039】この樹脂を基板13と半導体チップ11との間隙に配置するに当たっては、半導体チップ11をバンブ15を介して基板13上に実装した後、例えば、チップの端部から毛細管現象によって間隙18内に含浸させることができる。その後、例えば、100～160℃で2～6時間加熱することによって、硬化させることができる。

【0040】図5に示されているバンブ電極15は、半導体チップ11の最外周に配置されたバンブであり、この中心から半導体チップ11の端面16までの距離19は、前述の式(1)で表わされる関係を満たすように決定されている。

【0041】例えば、ガラスエポキシ基板上に10.2mm×10.12mmの寸法の半導体チップを実装する場合には、最外周のバンブの中心からチップ端面までの距離は、0.5mm以上とすることが好ましい。

【0042】図6に、この場合の半導体装置の上部透視図を示す。図6に示す例においては、バンブはアレイ状に半導体チップの裏面に形成されており、全てのバンブの中心は半導体チップの端面から0.5mm以上内側の領域に形成されている。半導体チップのバンブ形成可能領域は、

$$(10.2 - 0.5/2) \times (10.12 - 0.5/2) \text{ mm}$$

であり、チップ面積全体の81%にのぼる。したがって、半導体チップ上のほとんどの領域を接続電極の領域として使用することができるので、接続電極数の増加に容易に対応することができる。

【0043】次に、具体例を示して、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例1) 半導体チップとして、10.2mm×10.12mm、厚さ0.625mmのシリコンからなるチップ(ヤング率170GPa)を用い、ガラスエポキシ基板(厚さ0.8mm、ヤング率18GPa)上にバンブにより実装した。なお、この半導体チップ11には、144個のバンブが形成されており、これらのバンブは、250μmのピッチで4辺に一つずつ配置されている。

【0044】はんだとしては、錫と鉛との比が6対4のはんだを使用して、高さ80μm、直径0.12mmの

はんだバンブ15を形成した。また、半導体チップ端面16と最外周のバンブ15との距離19は、0.56mmとした。

【0045】半導体チップ11と回路基板13との間隙に配置する樹脂17としては、ビスフェノール系エポキシとイミダゾール硬化触媒、酸無水物硬化剤、および球状の石英フィラー(平均粒径7μm、最大粒径20μm)を40重量%の割合で配合したものを使用した。なお、この樹脂は、未硬化の状態では室温で40ポイズの粘度を示した。

【0046】封止樹脂17は、半導体チップ11を半田バンブ15を介して回路基板13上に実装した後、半導体チップ11の端部からの間隙18に毛細管現象により含浸させ、120℃で4時間加熱することによって硬化させた。なお、硬化後の樹脂17の剪断弾性率は5.0GPaであり、その厚さは75μmであった。

【0047】本実施例の半導体装置においては、前述の式(1)の左辺の値は0.28であり、0.3以下という条件を満たしている。さらに、最外周のバンブ中心から半導体チップ端部までの距離を0.07mmにした以外は、前述と同様の半導体チップを同様の基板上に実装して比較例の半導体装置を得た。この半導体装置においては、前述の式(1)の左辺の値は0.74である。

【0048】次に、上述のような本発明の半導体装置と比較例の半導体装置とを、-55℃/125℃、30分/30分の温度サイクル試験に供して、その信頼性を調べた。得られた結果を下記表1に示す。

【0049】

【表1】

| 温度サイクル数 | 接 続 不 良 試 料 数 | |
|---------|---------------|----------|
| | 本発明の構造 | 従来 の 構 造 |
| 100 | 0/10 | 0/10 |
| 250 | 0/10 | 0/10 |
| 1000 | 0/10 | 0/10 |
| 1500 | 0/10 | 0/10 |
| 2000 | 0/10 | 0/10 |
| 2500 | 0/10 | 3/10 |
| 3000 | 0/10 | 7/10 |
| 3500 | 0/10 | 10/10 |
| 4000 | 4/10 | |
| 5000 | 10/10 | |

【0050】表1から明らかなように、従来の構造の半導体装置は、2500サイクルで不良が発生し、3500サイクルでは全て不良となっている。これに対して、本発明の半導体装置は、5000サイクルで初めて不良が発生しており、バンブ接続部の寿命が約60%向上したことがわかる。

【0051】すなわち、最外周のバンプを、本発明で規定した領域に配置することによって、半導体チップの端部に近い領域に形成されたバンプの熱歪みが大きくなるという従来の問題が解決され、バンプの熱歪みが小さく、信頼性の高い半導体装置が得られた。

(実施例2) 半導体チップとして、9.3mm×9.54mm、厚さ0.625mmのシリコンからなるチップ(ヤング率170GPa)を用い、酸化アルミニウム基板(厚さ0.6mm、ヤング率290GPa)上にバンプにより実装した。なお、この半導体チップ11には、384個のバンプが形成されており、これらのバンプは、250μmのピッチで4辺に三列ずつ配置されている。

【0052】はんだとしては、錫と鉛との比が1対19のはんだを使用して、高さ75μm、直径0.12mmのはんだバンプ15を形成した。また、半導体チップ端面16と最外周のバンプ15との距離19は、1.27mmとした。

【0053】封止樹脂17としては、前述の実施例1と同様の樹脂を、前述と同様の方法にて半導体チップと基板との間隙およびチップの周囲に配置した。本実施例の半導体装置においては、前述の式(1)の左辺の値は0.27であり、0.3以下という条件を満たしている。

【0054】さらに、最外周のバンプ中心から半導体チップ端部までの距離を0.07mmにした以外は、前述と同様の半導体チップを同様の基板上に実装して比較例の半導体装置を得た。この半導体装置においては、前述の式(1)の左辺の値は0.88である。

【0055】次に、上述のような本発明の半導体装置と比較例の半導体装置とを、-55℃/125℃、30分/30分の温度サイクル試験に供して、その信頼性を調べた。得られた結果を下記表2に示す。

【0056】

【表2】

| 温度サイクル数 | 接 続 不 良 試 料 数 | |
|---------|---------------|-----------|
| | 本発明の構造 | 従 来 の 構 造 |
| 100 | 0/10 | 0/10 |
| 250 | 0/10 | 0/10 |
| 500 | 0/10 | 0/10 |
| 1000 | 0/10 | 0/10 |
| 1500 | 0/10 | 0/10 |
| 2000 | 0/10 | 0/10 |
| 2500 | 0/10 | 0/10 |
| 3000 | 0/10 | 2/10 |
| 3500 | 0/10 | 6/10 |
| 4000 | 0/10 | 10/10 |
| 5000 | 3/10 | |
| 6000 | 10/10 | |

【0057】表2から明らかなように、従来の構造の半導体装置は、3000サイクルで不良が発生し、4000サイクルでは全て不良となっている。これに対して、本発明の半導体装置は、5000サイクルで初めて不良が発生しており、バンプ接続部の寿命が約65%向上したことがわかる。

【0058】すなわち、最外周のバンプを、本発明で規定した領域に配置することによって、半導体チップの端部に近い領域に形成されたバンプの熱歪みが大きくなるという従来の問題が解決され、バンプの熱歪みが小さく、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0059】

【発明の効果】以上に詳述したように、本発明によれば、最外周のバンプを半導体チップの特定の領域に形成したので、バンプの剪断変形を著しく低減して、バンプ接続部の信頼性の高い半導体装置が提供される。しかも、基板の材質、封止樹脂の種類等に応じて、バンプの剪断変形を抑制する最適の領域に最外周のバンプを形成することができる。かかる半導体装置は、種々の機器に適用することができ、その工業的価値は絶大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】温度サイクルによる半導体チップと回路基板との剪断変位を示すグラフ図。

【図2】温度サイクルによるバンプの相対歪みを示すグラフ図。

【図3】温度サイクルによる半導体チップと回路基板との剪断変位を示すグラフ図。

【図4】温度サイクルによるバンプの相対歪みを示すグラフ図。

【図5】本発明の半導体装置の一例を示す断面図

【図6】本発明の半導体装置の一例を示す上面透視図。

【符号の説明】

11

12

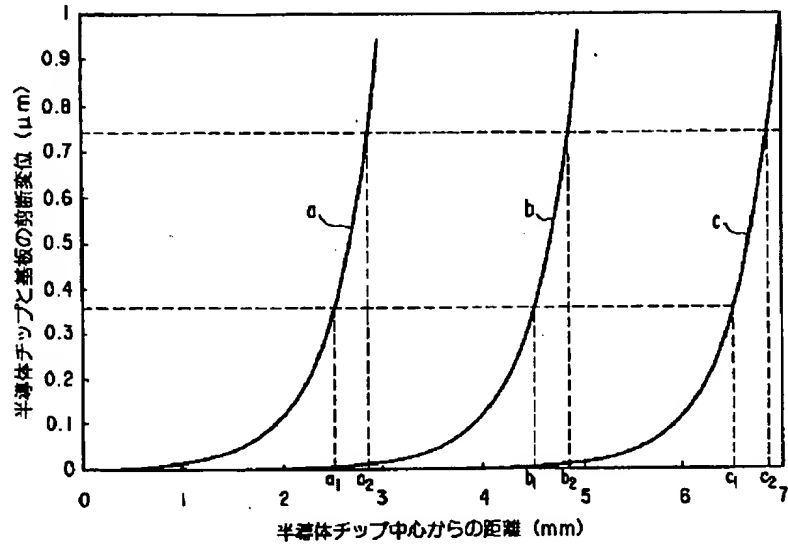
10…半導体装置, 11…半導体チップ, 12…接続電
極, 13…回路基板, 14…接続電極, 15…はんだパ
ンプ, 16…半導体チップ端面

* 17…封止樹脂, 18…間隙

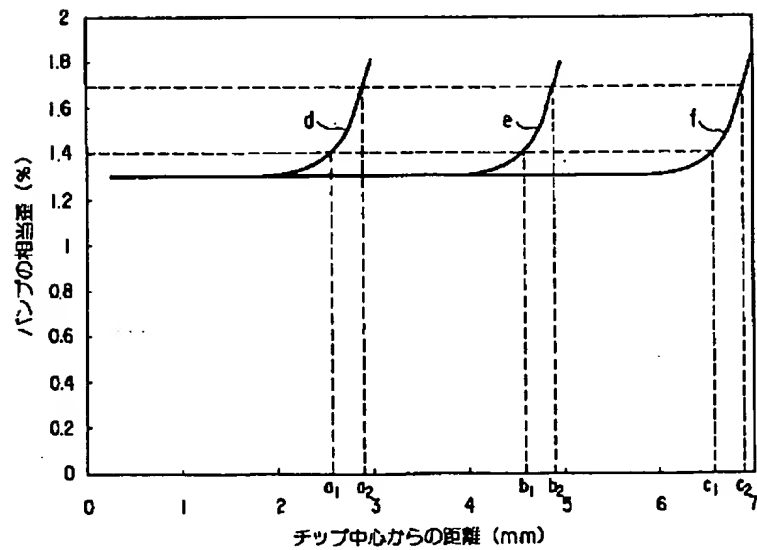
19…半導体チップ端面と最外周パンプの中心との距

* 離。

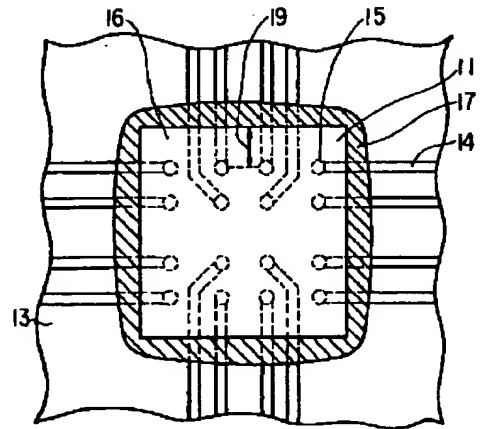
【図1】



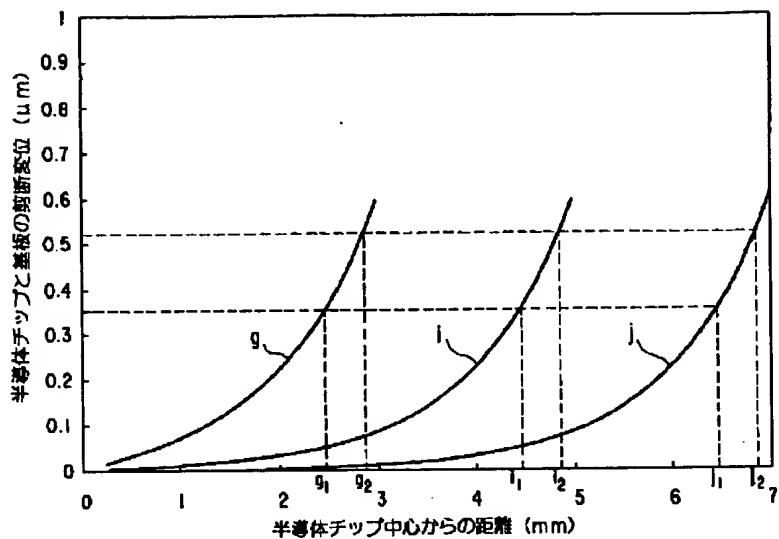
【図2】



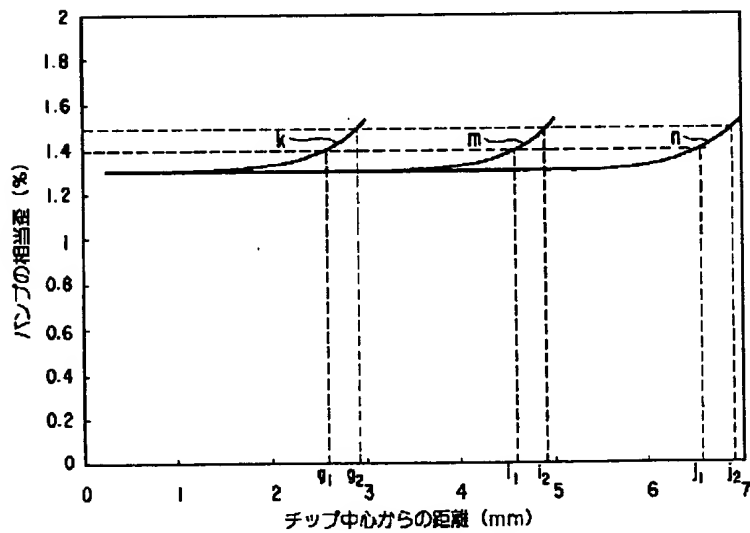
【図6】



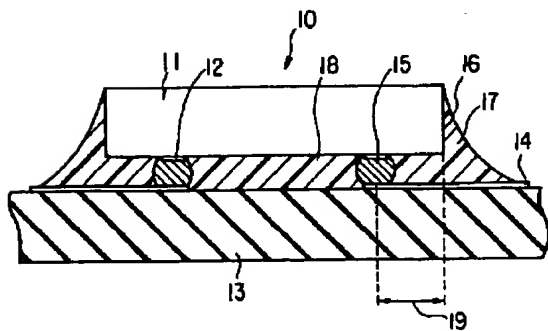
【圖3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 雅之

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

THIS PAGE BLANK (USPTO)